

3
L'AIGUA VITAL
EL AGUA VITAL
VITAL WATER

Vehicle d'energia i nutrients

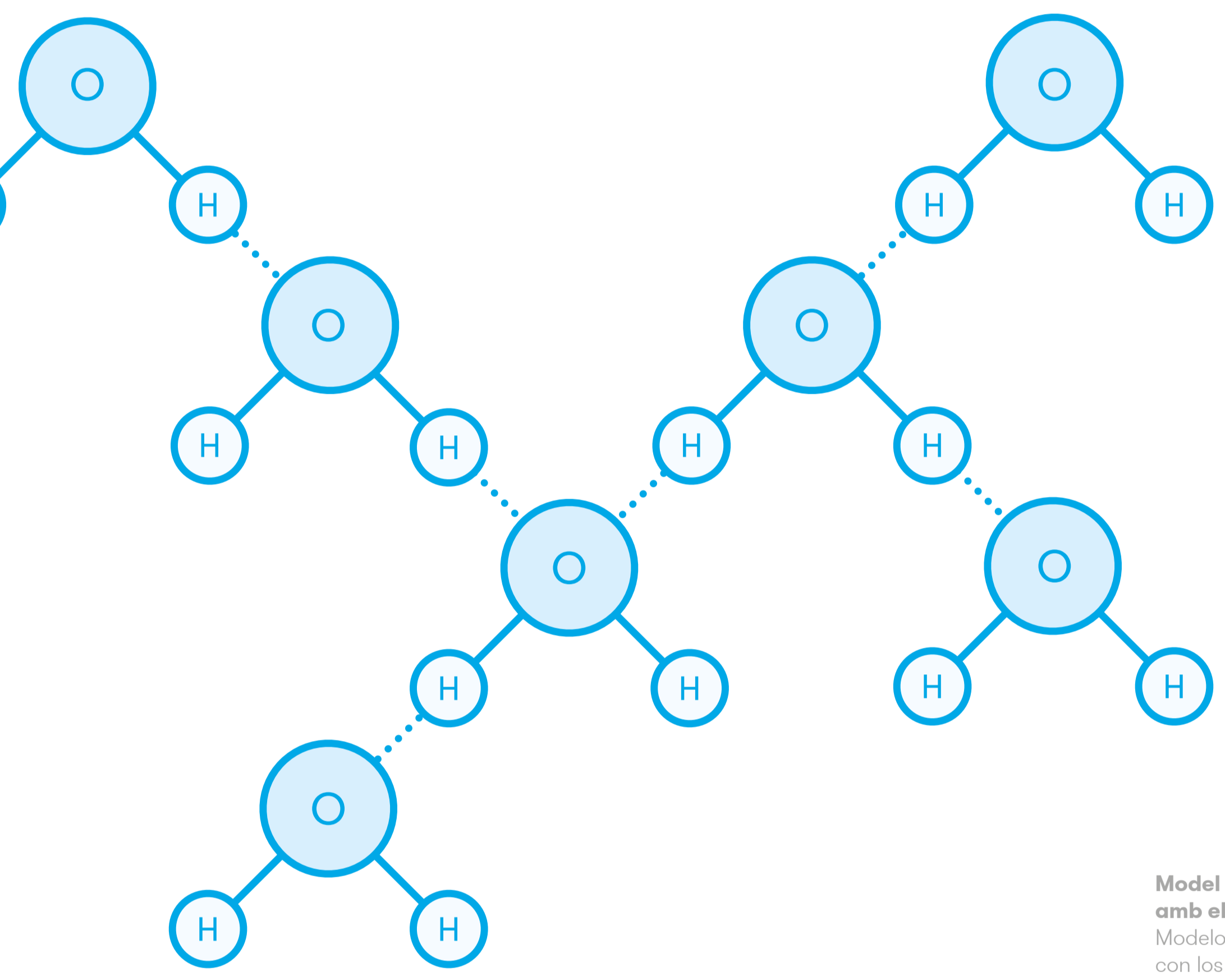
Vehículo de energía y nutrientes
Vehicle for energy and nutrients

LA MOLÈCULA D'AIGUA

Margalef estava fascinat per la molècula de l'aigua. És indubtable que els ponts d'hidrogen li donen moltes propietats, meravelloses per a la vida: densitat canviant, capacitat calorífica, viscositat i tensió superficial elevades, i capacitat per dissoldre una gran varietat de sòlids, líquids i gasos, necessaris per conèixer la matèria orgànica de les cèl·lules.

LA MOLÈCULA DE AGUA
A Margalef le fascinaba la molècula de l'aigua. És indubtable que los puentes de hidrogen le otorgan muchas propiedades, maravillosas para la vida: densidad cambiante, capacidad calorífica, viscosidad y tensión superficial elevadas y capacidad para disolver una gran variedad de sólidos, líquidos y gases, necesarios para componer la materia orgánica de las células.

THE WATER MOLECULE
Margalef was fascinated by the water molecule. Clearly, the hydrogen bonds give it many properties that are marvellous for life: changing density, heat capacity, viscosity and high surface tension, as well as the capacity to dissolve a wide range of solids, liquids and gases that are needed to add organic matter to cells.



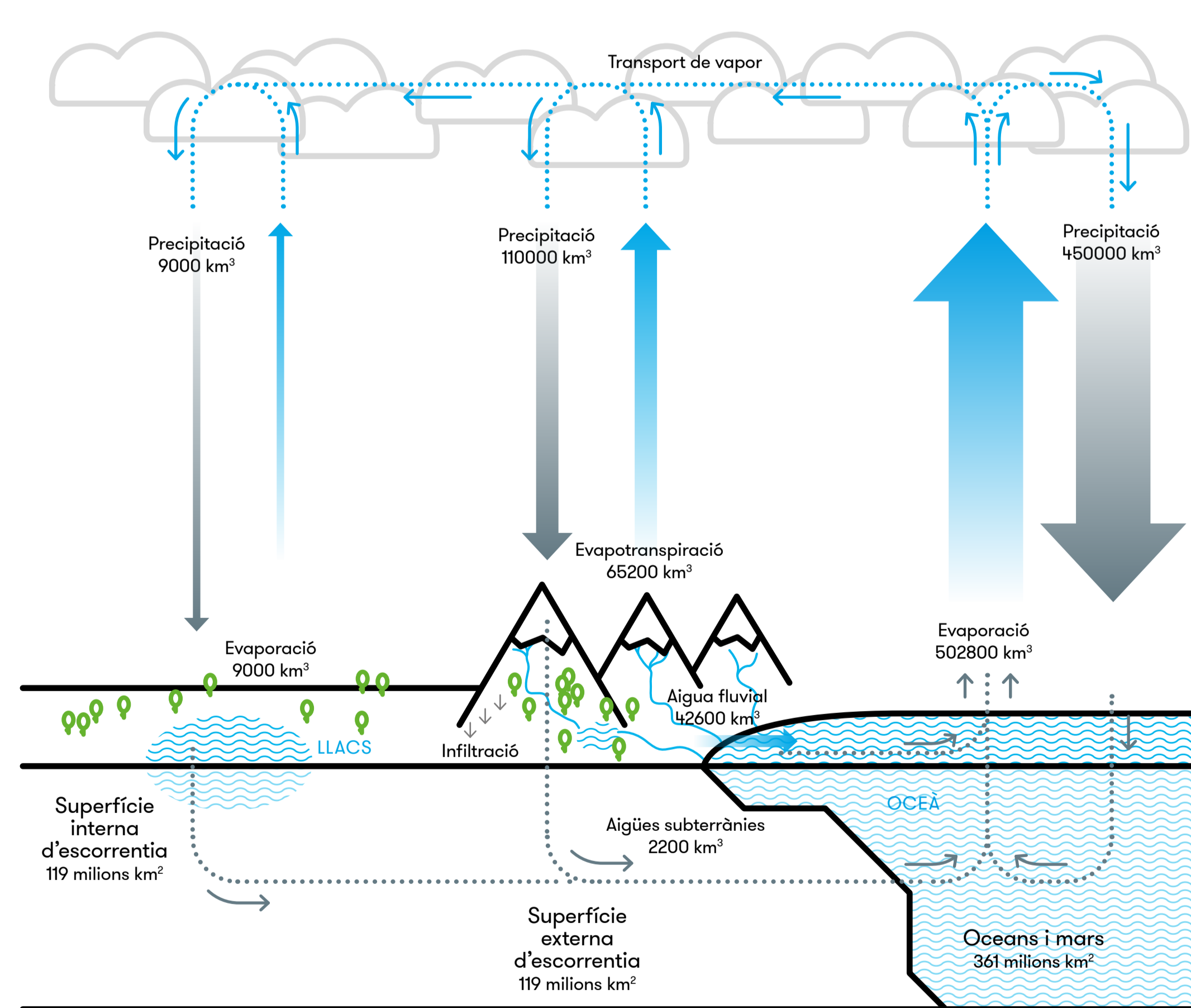
EL CICLE DE L'AIGUA

L'aigua és el vehicle de transport dels nutrients necessaris per a la vida. L'aigua de la pluja interactua amb les roques per on passa i en dissol els seus minerals, entre ells les sals de fòsfor, imprescindibles per a la vida. El cicle de l'aigua fa ploure uns 42.000 km³ més als continents que als oceans. Podem dir que el mar "s'alimenta" dels continents. La pluja no és equitativa. Les desigualtats que hi ha en la distribució de l'aigua explica la diferent distribució de les espècies sobre el planeta.

EL CICLO DEL AGUA
El agua es el vehículo de transporte de los nutrientes necesarios para la vida. El agua de lluvia interactúa con las rocas por donde pasa y disuelve sus minerales, entre ellos las sales de fósforo, imprescindibles para la vida. El ciclo del agua hace que lluevan unos 42,000 km³ más en los continentes que en los océanos. Podríamos decir que el mar "se alimenta" de los continentes. La lluvia no es equitativa. La desigualdad en la distribución del agua explica la diferente distribución de las especies en el planeta.

THE WATER CYCLE
Water is the vehicle that transports the nutrients required for life. Rainwater interacts with the rocks over which it passes and dissolves their minerals, including

Ciclo de l'aigua, modificat de Shiklomanov (1990), UNESCO / Ciclo del agua, modificado de Shiklomanov (1990), UNESCO / Water cycle, modified from Shiklomanov (1990), UNESCO



phosphorus, which is vital for life. Due to the water cycle, it rains around 42,000 km³ more on land than over the oceans. We could say that the sea "is fed" by the land. But rain does not fall evenly. Unevenness in the distribution of water explains the distribution of species over the planet.



Oued El Abiod, Algèria / Oued El Abiod, Argènia / Oued El Abiod, Algeria



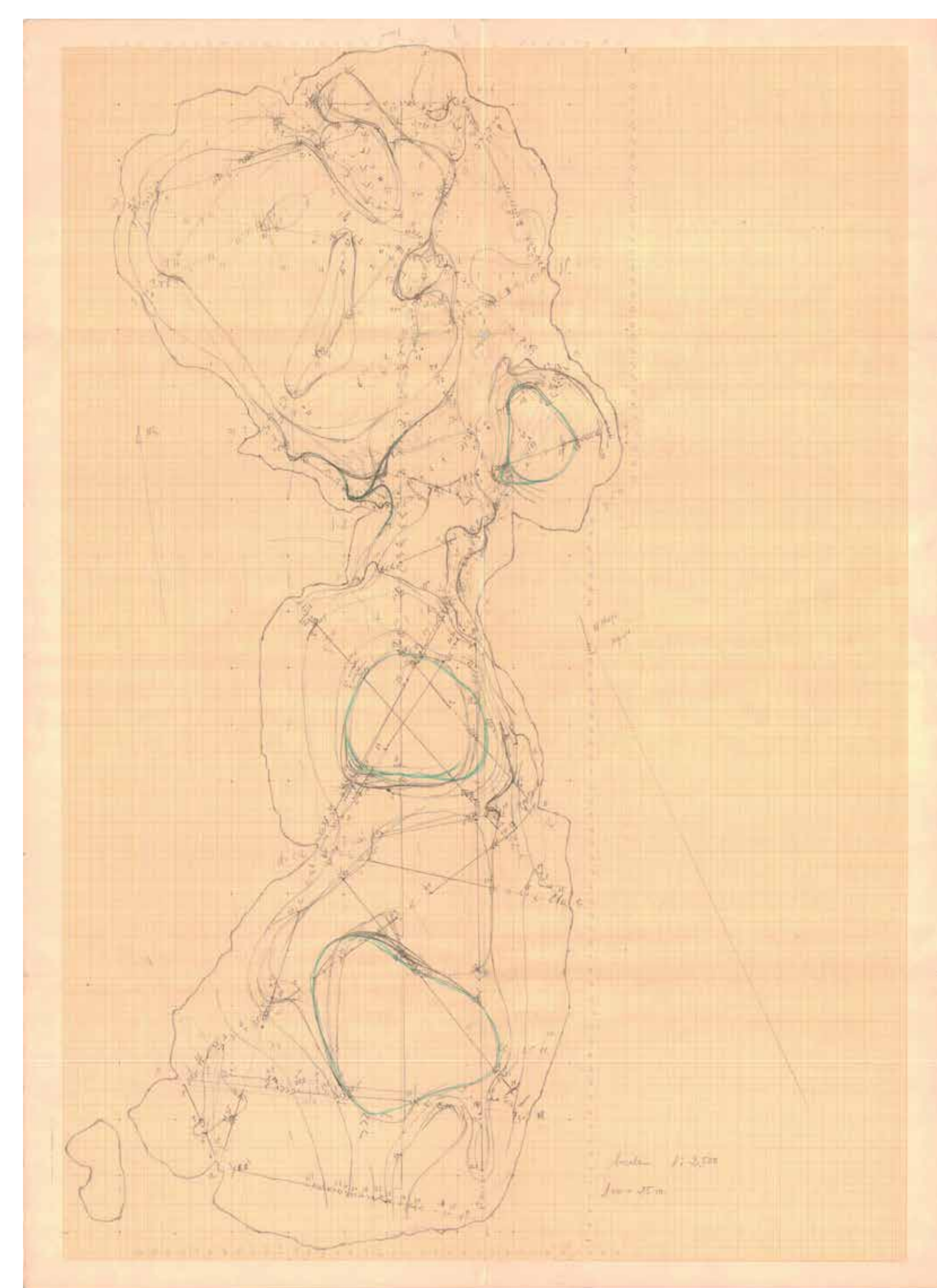
Riu Gàmbia / Río Gambia / Gambia river

L'ESTANY DE BANYOLES

Margalef, malgrat treballar en l'Institut d'Investigacions Pesqueres, mai no va deixar de mostrejar qualsevol llac o rierol que visitava. Un cop al departament d'ecologia de la Universitat de Barcelona va començar programes d'estudi en aigües dolces. Un d'ells va ser a l'estany de Banyoles, un llac càrstic natural que s'alimenta per surgències subterrànies. El 1969, amb una barqueta i una senzilla sonda, va fer el primer mapa batimètric de l'estany. Més endavant, diversos estudiants de doctorat van fer les seves tesis a la zona.

EL LAGO DE BANYOLES
Margalef, a pesar de trabajar en el Instituto de Investigaciones Pesqueras, nunca dejó de muestrear cualquier lago o arroyo que visitara. Una vez entró en el Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona, inició programas de estudio de aguas dulces. Uno de ellos fue en el lago de Banyoles, un lago cástico natural alimentado por surgencias subterráneas. En 1969, con una barquilla y una sencilla sonda, confeccionó el primer mapa batimétrico del lago. Posteriormente, varios estudiantes de doctorado hicieron la tesis en la zona.

LAKE BANYOLES
Although he worked in the Fisheries Research Institute, Margalef continued to sample any lake or stream that he visited. After starting work in the Department of Ecology at the University of Barcelona, he began freshwater research programmes. One of these was based at Lake Banyoles, a natural karstic lake fed by underground springs. In 1969, with a small boat and a simple sounding line, he drew up the first bathymetric map of the lake. Subsequently, several doctoral students wrote their theses on the area.



Mapa batimètric de l'estany de Banyoles fet per Margalef / Mapa batimétrico del lago de Banyoles hecho por Margalef / Bathymetric map of Lake Banyoles done by Margalef



"Per què la temperatura alta feia que empetitissin les cèl·lules? Com canviava la comunitat d'algues en el temps? Fent-me aquestes preguntes, vaig construir l'Helicotrefon. Tenia un tub de material plàstic transparent i flexible amb un cultiu d'algues, sota il·luminació controlada, enrotllat dins una mena d'embut. Era la part experimental de la meua tesis *Temperatura y Morfología en los Seres Vivos*, que vaig presentar el 1951 a la Universitat de Madrid"

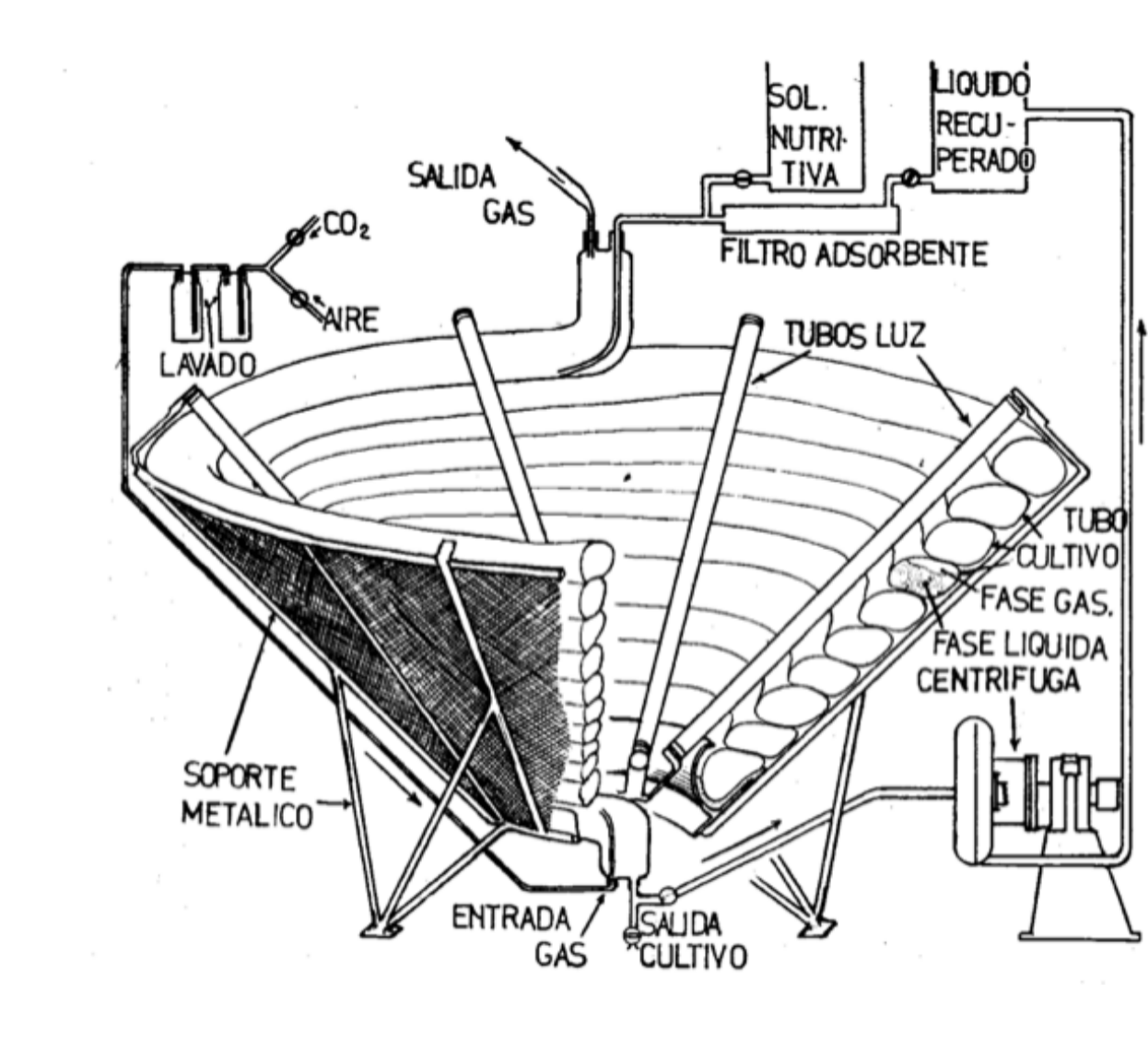
— Margalef, *Autobiografía*, sense publicar

"¿Por qué la temperatura alta hacía que empetitecieran las células? ¿Cómo cambiaba la comunidad de algas con el tiempo? Estas preguntas me llevaron a construir el helicotrefon. Tenía un tubo de material plástico transparente y flexible con un cultivo de algas, bajo iluminación controlada, enrollado en una especie de embudo. Era la parte experimental de mi tesis *Temperatura y morfología en los seres vivos*, que presenté en 1951 en la Universidad de Madrid"

— Margalef, *Autobiografía*, sin publicar

"Why does high temperature make cells smaller? How does a community of algae change over time? To answer these questions, I constructed the Helicotrefon. It had a clear, flexible plastic tube containing a culture of algae under controlled lighting, called inside a kind of funnel. This was the experimental part of my thesis *Temperatura y morfología en los seres vivos* [Temperature and morphology in living beings], which I defended in 1951 at the University of Madrid"

— Margalef, *Autobiography*, unpublished



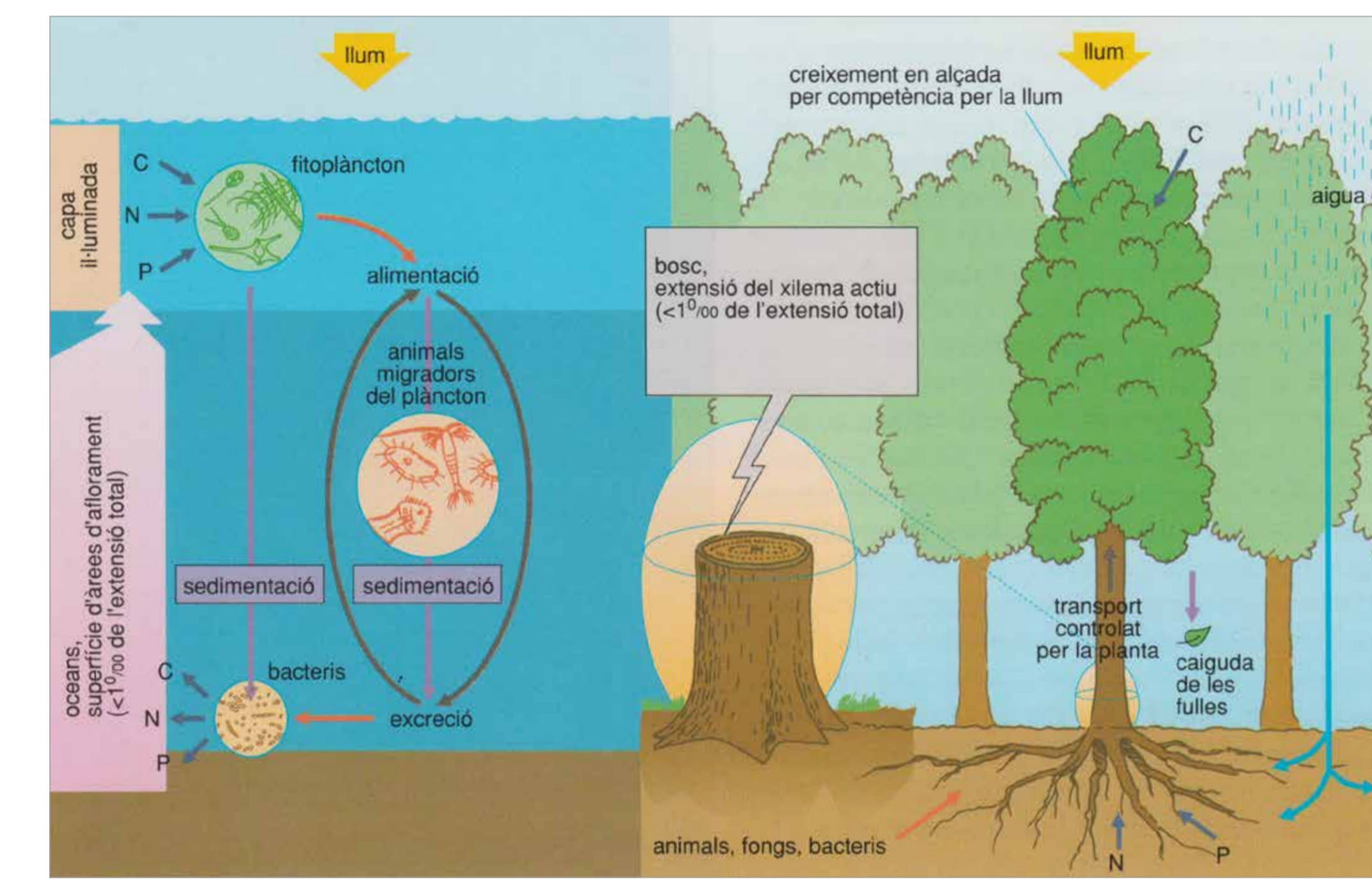
Esquema de l'Helicotrefon construït per Margalef l'any 1951 / Esquema del helicotrefon creado por Margalef en 1951 / Drawing of the helicotrefon built by Margalef in 1951

COMPARACIÓ DE L'ECOSISTEMA MARI AMB EL TERRESTRE

Els organismes del plàncton depenen dels moviments ascendants d'aigua que porten els nutrients de les capes fonsades a la zona il·luminada superficial. Podem dir que l'entorn mana en aquests processos. Els arbres, a través de l'estructura que dona l'"invent" de la fusta, uneixen funcionalment l'aigua i els nutrients que troben en el sòl amb les fulles, on es poden combinar els elements usant l'energia de la llum que reben mirant el cel.

COMPARACIÓN DEL ECOSISTEMA MARINO CON EL TERRESTRE
Los organismos del plancton dependen de los movimientos ascendentes del agua, que llevan los nutrientes de las capas profundas a la zona iluminada superficial. Podemos decir que el entorno es quien manda en estos procesos. Los árboles, a través de la estructura que da el "inventor" de la madera, unen funcionalmente el agua y los nutrientes que encuentran en el suelo con las hojas, donde se pueden combinar los elementos usando la energía de la luz que reciben mirando al cielo.

COMPARISON OF THE MARINE AND TERRESTRIAL ECOSYSTEM
Planktonic organisms depend on the ascending movements of water that carry nutrients from the deep layer to the surface sunlight zone. We could say that the environment is in charge in these processes. Trees, through the structure that provides the "invention" of wood, functionally join water and nutrients from the soil with the leaves, where the elements are combined using light energy received by turning to the sky.



Font / Fuente / Source: Biofera (1995), vol. 1 Planeta VEU, Enciclopedia Catalana, Barcelona, p.108.

EL FÒSFOR, ASSEQUIBLE NOMÉS A L'AIGUA

El fòsfor és un element molt rellevant en la natura. La manera com, des dels sediments, es pot tornar a posar en circulació a l'aigua fluida ha estat sempre un tema d'estudi en ecologia. Margalef començà a interessar-se pel fòsfor ja abans dels anys 50, amb l'efecte de l'acció enzimàtica dels animals aquàtics sobre el fòsfor i la regeneració del fosfat inorgànic que es troba en certs compostos fosforats de l'aigua. Va dissenyar enginyosos experiments amb les puces d'aigua, *Daphnia* i *Chydorus*, per mesurar la seva activitat sobre els fosfats i, de retruc, estimular la producció d'algues.

EL FÓSFORO, ASEQUIBLE SOLO AL AGUA
El fósforo es un elemento muy relevante en la naturaleza. La forma en que, desde los sedimentos, puede volver a ponerse en circulación en el agua fluida ha sido siempre un tema de estudio en ecología. Margalef empezó a interesarse por el fósforo ya antes de los años 50, con el efecto de la acción enzimática de los animales acuáticos sobre el fósforo y la regeneración del fosfato inorgánico que se encuentra en ciertos compuestos fosforados del agua. Diseñó ingeniosos experimentos con pulgas de agua, *Daphnia* y *Chydorus*, para medir su actividad sobre los fosfatos, y de paso, estimular la producción de algas.

PHOSPHORUS, ONLY ATTAINABLE IN WATER
Phosphorus is a very important element in nature. The way that it can move from sediments and circulate again in flowing water has always been a subject of study in ecology. Margalef's interest in phosphorus began before the 1950s, when he examined the effect of the enzymatic action of aquatic animals on phosphorus and the regeneration of inorganic phosphate which is found in some phosphorus compounds of water. He designed ingenious experiments with water fleas, *Daphnia* and *Chydorus*, to measure their activity on phosphates and at the same time stimulate the production of algae.



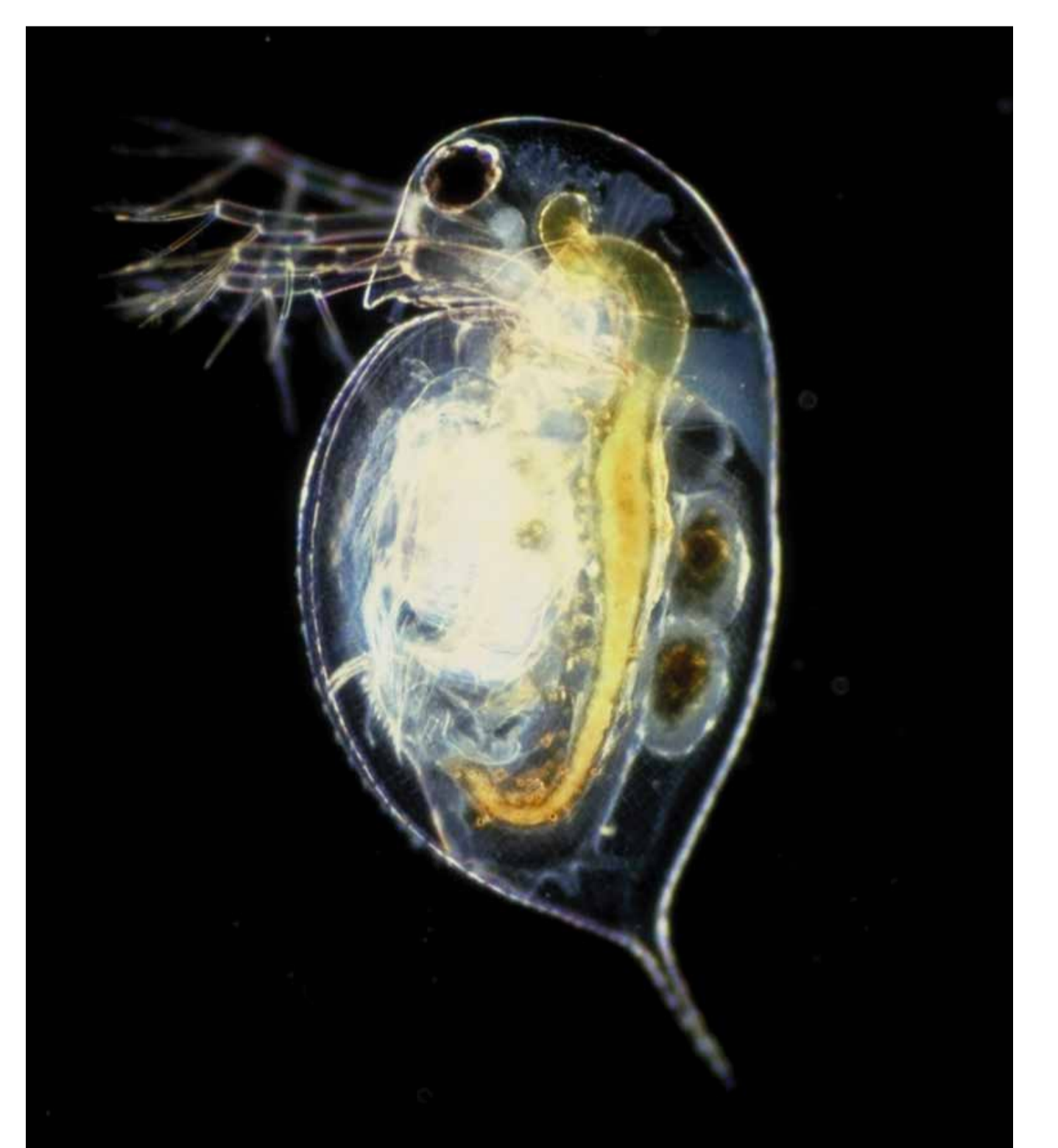
Les fulles de *Victoria* tenen les vores elevades a manera de platet gegants i, per tant, l'aigua de la pluja hi queda retinguda. Però l'aigua s'absorbeix ràpidament per uns porus especials: aquest és un mecanisme evolutiu per aconseguir petites quantitats de nutrients procedents de la pluja.

Las hojas de *Victoria* tienen los bordes elevados a modo de platos gigantes, por lo que el agua de la lluvia queda retenida. Sin embargo, el agua se absorbe rápidamente por unos poros especiales: se trata de un mecanismo evolutivo para hacerse con pequeñas cantidades de nutrientes procedentes de la lluvia.

The leaves of *Victoria* have raised edges like a giant plate, so rainwater is retained in them. However, the water is absorbed rapidly through special pores: this is an evolutionary mechanism to take advantage of small quantities of nutrients from the rain.



Fulles de *Victoria regia* / Hojas de *Victoria regia* / Leaves of *Victoria regia*



Daphnia pulex (1.5mm)



Chydorus sphaericus (0.3-0.6mm)

3 L'AIGUA VITAL EL AGUA VITAL VITAL WATER

Un recurs preciós Un recurso precioso A precious resource



“Hi ha gent que pensa que l'aigua està a la naturalesa providencialment només perquè l'home la utilitzi. Però l'aigua té altres funcions. L'aigua compleix la missió de meteoritzar la superfície de les roques i dels sòls i transportar aquests materials. Té la funció de contribuir a la transpiració de les plantes per créixer. La Terra funciona d'una manera que no podem canviar, hi ha d'haver un respecte mínim per aquest funcionament”

— Margalef (1996), *El principal problema ecològic és l'augment de les desigualtats humanes, Presència, Ciència, 6-11/5*

“Hay personas que piensan que el agua está en la naturaleza providencialmente, solo para que el hombre la utilice. Pero el agua tiene otras funciones. El agua cumple la misión de meteorizar la superficie de las rocas y de los suelos y de transportar esos materiales. Tiene la función de contribuir a la transpiración de las plantas para que crezcan. La Tierra funciona de una manera que no podemos cambiar, y debe haber un respeto mínimo hacia ese funcionamiento.”

“There are people who think that water is a part of nature that is there providentially for human use. But water has other functions. Water erodes the surface of rocks and soils and transports these materials. It contributes to the transpiration of plants so they can grow. The Earth functions in a way that we cannot change, and there must be a minimum of respect for the way it works”



El Riu Seca i l'embalse de moment, la reserva renovable d'aigua de Catalunya / Los Rios Seca i embalse de momento, la reserva renovable de agua de Catalunya / Seca river and Pyrenees for the time being, the renewable water resource of Catalunya

CONSUM D'AIGUA

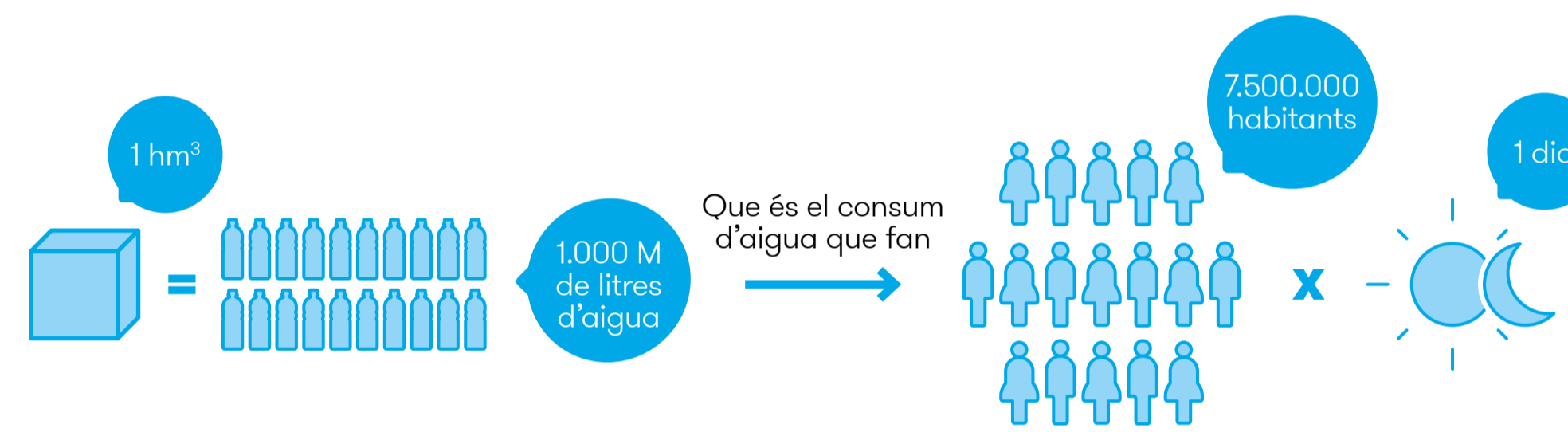
Pràcticament tot el que fem té alguna relació amb l'aigua. Quan encenem el llum, l'aigua ha generat l'electricitat. Quan llegim un llibre, l'aigua ha servit per fer el paper. Quan conduïm un cotxe, l'aigua ha servit per produir l'acer, o l'alumini. Quan mengem carn o verdura, l'aigua ha servit per fer-les créixer. A Catalunya es calcula que el consum global aproximat d'aigua, és a dir, la petjada hídrica, és de 5.400 litres per persona i dia. El descens del creixement econòmic, les tecnologies d'estalvi, el preu i les polítiques de conservació dels recursos fan baixar la demanda de l'aigua. Actualment, el preu de l'aigua és variable: un consum domèstic mitjà té un cost d'uns 2 cèntims per litre.

CONSUMO DE AGUA

Prácticamente cualquier cosa que hagamos tiene que ver con el agua. Cuando encendemos la luz, el agua ha generado la electricidad. Cuando leemos un libro, el agua ha servido para fabricar el papel. Cuando conducimos un coche, el agua se ha usado para producir el acero o el aluminio. Cuando comemos carne o verdura, el agua ha permitido que crezcieran. En Cataluña, se calcula que el consumo global aproximado de agua, es decir la huella hídrica, es de 5400 l por persona y día. El descenso del crecimiento económico, las tecnologías de ahorro, el precio y las políticas de conservación de los recursos hacen bajar la demanda de agua. Actualmente el precio del agua es variable: un consumo doméstico medio tiene un coste de unos 2 céntimos por litro.

WATER CONSUMPTION

Almost everything we do is related to water. When we turn on the light, water might have generated the electricity. When we read a book, water has been used to make the paper. When we drive a car, water has been used to produce the steel or the aluminium. When we eat meat or vegetables, water has served to make them grow. It is calculated that Catalonia's approximate overall water consumption, that is the water footprint, is 5400 l per person per day. The decline in economic growth, water saving technologies, the price of water and resource conservation policies have decreased the demand for water. Currently the price of water is variable: average domestic consumption costs around 2 cents per litre.



Consum d'aigua dels habitants de Catalunya en 1 dia / Water consumption of the inhabitants of Catalunya in 1 day / Fuente: Modificado de Agència Catalana de l'Aigua / Fuente: Modificado de la Agencia Catalana del Agua / Modified from Catalan Water Agency

USOS DE L'AIGUA

Cal pensar que l'aigua, a part dels usos domèstics, es fa servir sobretot en agricultura i ramaderia. Per exemple: per produir 1 litre de llet una vaca n'ha de beure 4 d'aigua; fer créixer un tomàquet necessita uns 50 litres d'aigua, i 1kg de cereal, uns 500 litres. La segona despesa en aigua és a la indústria. S'usa en acereries, pintures, plàstics, per no dir en tot tipus d'indústries de transformació alimentària. També les centrals elèctriques mogudes per turbines de vapor consumeixen aigua, però aquesta normalment recircula. I els "usos ambientals"? Quanta aigua ha de portar el riu Ter perquè hi visquin truites i altres peixos? Quanta aigua ha de dur el Segre per poder-hi fer piragüisme?

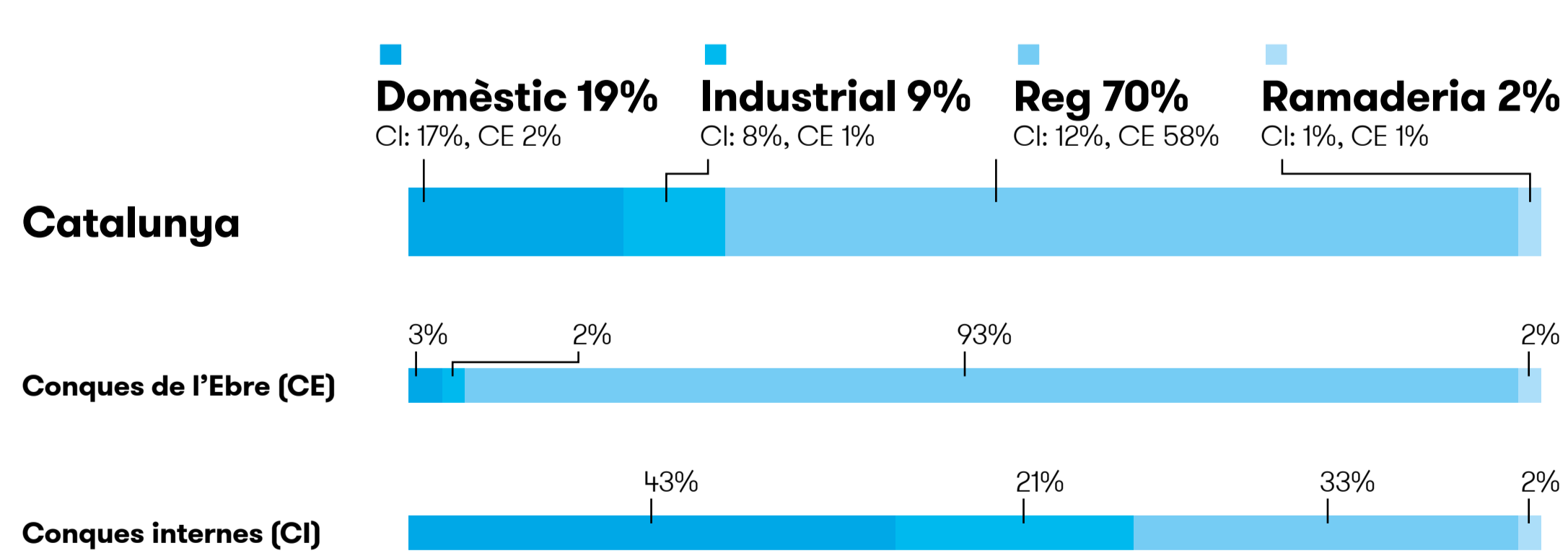
USOS DEL AGUA

Hay que tener en cuenta que el agua, aparte de los usos domésticos, se emplea sobre todo en agricultura y ganadería. Por ejemplo: para producir 1 l de leche, una vaca debe beber 4 l de agua; para que crezca un tomate se necesitan unos 50 l de agua y 1 kg de cereal requiere unos 500 l. El segundo gasto en agua se da en la industria. Se usa en acerías, pinturas, plásticos..., por no mencionar el sinfín de industrias de transformación alimentaria. También las centrales eléctricas movidas por turbinas de vapor consumen agua, aunque esta normalmente recircula. ¿Y los usos ambientales? ¿Cuánta agua debe llevar el río Ter para que vivan truchas y otros peces? ¿Cuánta agua el Segre para hacer piragüismo?

USES OF WATER

In addition to domestic uses, water is used above all in agriculture and livestock farming. For example, to produce 1 l of milk, a cow has to drink 4 l of water, growing a tomato requires 50 litres of water and 1 kg of cereal needs around 500 l. The second biggest consumer of water is industry. Water is used in steelworks, paint, plastics and all kinds of food processing industries, among others. Power stations that generate electricity via steam turbines also consume water, although this is usually recirculated. What about "environmental uses"? How much water does the River Ter need for trout and other fish to live in it? How much water should there be in the Segre to practice kayaking?

Usos de l'aigua segons els districtes fluvials / Uses of water by fluvial area



Els sistemes fluvials dels grans rius sud-americans, amb meandres, formes del gin i el yang de la destrucció i la creació, amb la successió contínua exemplificada en forma de faixes de bosc tropical, fascinen Margalef.

Los sistemas fluviales de los grandes rios sudamericanos, con meandros, formas del gin y del yang, de la destrucción y la creación, con la sucesión continua ejemplificada en forma de faixas de bosque tropical, fascinaban a Margalef.

Margalef was fascinated by the fluvial systems of the great South American rivers, with their meanders, gin and yang shapes of destruction and creation, and continuous succession illustrated in the form of bands of tropical forest.



Riu Mamoré, al Beni, Bolívia, amb fronteres visibles de la successió del bosc tropical a la dècima fluvial / Rio Mamoré, en Beni, Bolívia, con fronteras visibles de la sucesión del bosque tropical a la décima fluvial / River Mamoré, in Beni, Bolivia, with visible frontiers of the forest succession owing to stream dynamics

CONSERVACIÓ DELS RECURSOS HÍDRICS

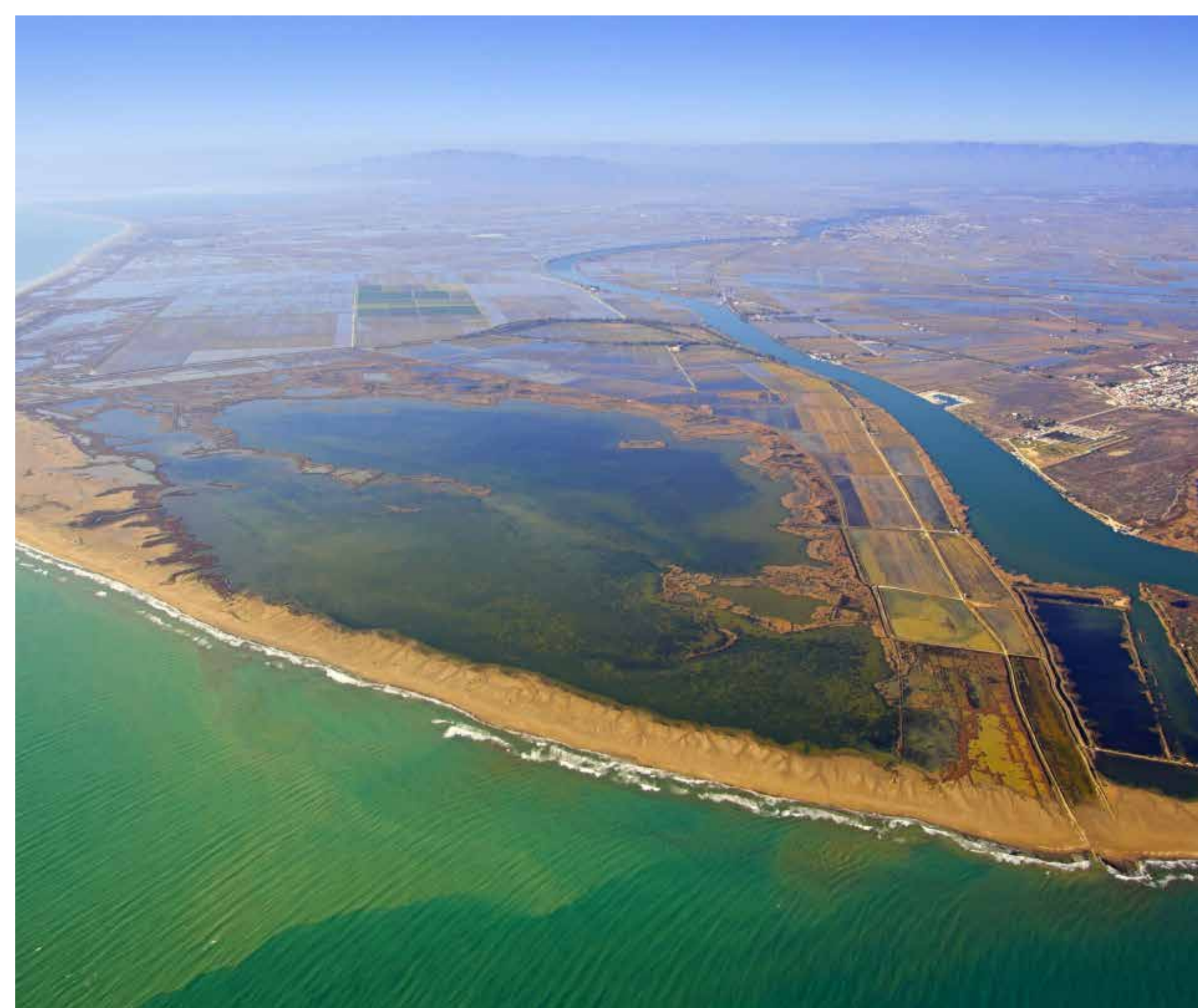
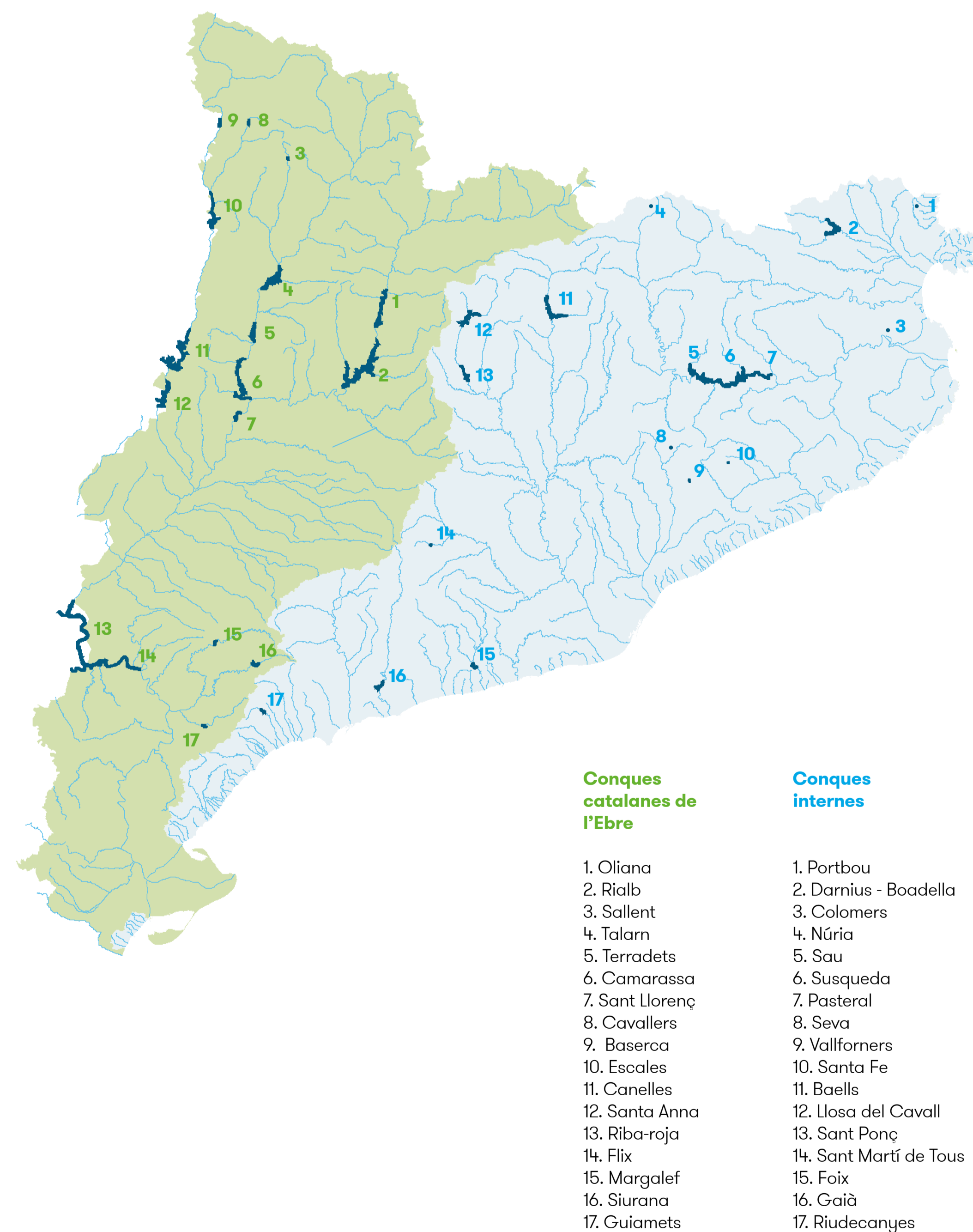
És rellevant adonar-se que, en el cicle de l'aigua que afecta els continents, un terç de l'aigua que precipita retorna a l'atmosfera a través de les plantes, per evapotranspiració; un altre terç es converteix en aigua fluvial; i el terç últim s'infiltra al subsòl. L'alteració extrema d'aquest esquema natural podrà tenir impactes no coneguts sobre el funcionament dels ecosistemes terrestres i costaners, i més amb les enormes fluctuacions de precipitacions que estem vivint. És necessari un esforç de conservació deliberat per evitar la desaparició dels complexos sistemes fluvials. Encara existeixen bells exemples de deltes. Però, en general, sembla com si la civilització s'hagués posat d'acord, tàcitament o explícitament, per una sèrie d'objectius altament contraris al manteniment dels vells sistemes fluvials: accelerar el moviment de l'aigua mitjançant conduccions i connexions entre conques i redirigir-la a grans nuclis poblats, usar o reciclar la major part del riu abans que arribi al mar, canalitzar els llits dels rius per recuperar les lleres d'inundació per a finalitats diverses, interceptar la trajectòria del riu amb preses i extreure'n l'energia que s'invertia abans en la migració de la llera i en la seva arquitectura canviant, i modificar la càrrega de sediment i conduir a la regressió de deltes i altres sistemes costaners.

CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Cabe destacar que, en el ciclo del agua que afecta a los continentes, un tercio del agua precipitada vuelve a la atmósfera a través de las plantas, por evapotranspiración, otro tercio se convierte en agua fluvial y el tercio restante se infiltra en el subsuelo. La alteración extrema de este esquema natural tendrá impactos no conocidos sobre el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y costeros, más aún con las enormes fluctuaciones en las precipitaciones que estamos viviendo. Es necesario un esfuerzo de conservación deliberado para evitar la desaparición de los complejos sistemas fluviales. Todavía existen bellos ejemplos de deltas, pero, en general, parece como si la civilización se hubiera puesto de acuerdo, tácita o explícitamente, en una serie de objetivos altamente contrarios al mantenimiento de los viejos sistemas fluviales: acelerar el movimiento del agua mediante conducciones y conexiones entre cuencas y redirigirla a grandes núcleos poblados, usar o reciclar la mayor parte del río antes de que llegue al mar, canalizar los lechos de los ríos para recuperar los cauces de inundación para finalidades diversas, interceptar la trayectoria del río con embalses y extraer la energía que antes se invertía en la migración del cauce y en su arquitectura cambiante, modificar la carga de sedimentos y conducir a la regresión los deltas y otros sistemas costeros.

CONSERVATION OF WATER RESOURCES

In the water cycle that affects the continents, a third of the water that precipitates returns to the atmosphere through plants by evapotranspiration; another third becomes river water; and the remaining third seeps into the subsoil. Extreme change in this natural pattern could have unknown impacts on the functioning of terrestrial and coastal ecosystems, particularly with the enormous fluctuations in precipitation that we are experiencing. A deliberate conservation effort must be made to avoid the disappearance of complex fluvial systems. Beautiful examples of deltas still exist. But generally it seems as if civilisation has agreed, tacitly or explicitly, to a series of goals that go against the maintenance of the old fluvial systems: accelerating the movement of water via channels and connections between basins and redirecting the water to large populated areas, using or recycling most of the river before it reaches the sea, channelling the riverbeds to recover the floodplains for various purposes, intercepting the course of a river with dams and extracting the energy that was previously invested in the migration of the riverbed and its changing architecture, and modifying the sediment load, leading to the regression of deltas and other coastal systems.



Delta de l'Ebre / Delta del Ebro / Ebro Delta

LIMNOLOGIA DELS EMBASSAMENTS D'ESPANYA

Espanya, un país escàs en llacs naturals, havia acumulat la construcció de més de 700 embassaments en els anys 70, per a l'agricultura i la ramaderia, l'abastiment dels creixents nuclis urbans i també per a l'aprofitament hidroelèctric. Els embassaments desenvolupen ecosistemes, a cavall entre rius i llacs, dels quals se sabia ben poc a la Península, quan comencen a aparèixer problemes d'eutrofització i de qualitat de l'aigua. És en aquells anys quan escullen Margalef, com a expert limnòleg, perquè dugui a terme un estudi ambiciós de més de cent embassaments. Aquest estudi va generar una línia d'investigació activa i multitud de tesis. El 1983, Margalef publica el seu llibre de text *Limnología*.

LIMNOLOGÍA DE LOS EMBALSES DE ESPAÑA

España, un país escaso en lagos naturales, acumulaba más de 700 embalses construidos en la década de 1970, para la agricultura y la ganadería, el abastecimiento de los crecientes núcleos urbanos y también para el aprovechamiento hidroeléctrico. Los embalses desarrollan ecosistemas, a caballo entre ríos y lagos, de los que se sabía muy poco en la península cuando empezaron a aparecer problemas de eutrofización y de calidad de agua. Margalef fue contactado en calidad de experto limnólogo y recibió financiación para realizar un ambicioso estudio en más de cien embalses que generó una activa línea de investigación y multitud de tesis. En 1983, Margalef publica su libro de texto *Limnología*.

LIMNOLOGY OF RESERVOIRS IN SPAIN

Spain, a country with few natural lakes, constructed over 700 reservoirs in the 1970s for agriculture and livestock, the supply of growing urban areas and hydroelectric power. Reservoirs develop ecosystems somewhere between those of rivers and lakes. Little was known about these ecosystems on the Spanish peninsula when eutrophication and water quality problems began to emerge. Margalef was hired as an expert limnologist and funded to carry out ambitious studies of over a hundred reservoirs. This created an active research area and led to numerous theses. In 1983, Margalef published his textbook *Limnology*.

Mapa dels embassaments estudiats pel grup d'Ecologia de la universitat de Barcelona. Les línies indiquen la conductivitat (mesura del contingut en sals) de l'aigua de les lleres / Mapa de los embalses estudiados por el grupo de Ecología de la universidad de Barcelona. Las líneas indican la conductividad (medida del contenido en sales) del agua de las lleras / Map of the reservoirs studied by the Ecology group of the University of Barcelona. Lines indicate the conductivity (in measure of salt content) of river water

